

¿Cómo fluye la energía en el interior de los ecosistemas?

Proyecto que aborda la enseñanza-aprendizaje de las relaciones tróficas que se dan en el ecosistema.

Gonzalo Martínez Ruiz

Máster de Formación de Profesorado de Educación Secundaria

Curso 2015- 2016

Universidad Pública de Navarra

Índice

0. Resumen/Abstract	2
1. Introducción	4
1.1. Enseñanza de las Relaciones Tróficas en la ESO	5
1.2. La Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel.....	6
2. Antecedentes y Objetivos	8
2.1. Antecedentes	8
2.2. Objetivos didácticos	11
2.2.1. Objetivos Conceptuales:	11
2.2.2. Objetivos Procedimentales:	11
2.2.3. Objetivos Actitudinales	12
3. Propuesta Didáctica	13
3.1. Cadenas y Redes Tróficas	13
3.1.1. Carroñeros, los grandes olvidados	13
3.1.2. El cuento del equilibrio	15
3.1.3. Analicemos los estadísticos.....	17
3.1.4. Ciervos, vacas, lobos y cazadores.....	18
3.1.5. ¡Hagamos pirámides!	19
3.2. Proyecto de investigación: Huellas, Locomoción y Alimentación	20
3.2.1. Charla informativa.....	20
3.2.2. Taller de huellas de mamíferos	20
3.2.3. Identificación de huellas de mamíferos	21
4. Evaluación	23
4.1. Criterios de Evaluación.....	23
4.2. Herramientas de Evaluación	23
4.2.1. Trabajos Grupales	23
4.2.2. Trabajos Individuales.....	24
5. Referencias Bibliográficas	25
Trabajos citados	25
Bibliografía	26
6. Anexos	27

0. Resumen/Abstract

0.1. Resumen

Actualmente nos encontramos en una etapa de cambio en la educación, cada vez son más los docentes que dejan de lado las clases magistrales y optan por unas metodologías de enseñanza-aprendizaje enfocadas en trabajos cooperativos y en el propio aprendizaje significativo del alumnado. El estudio de los ecosistemas es cada vez más escaso en los currículos de los cursos académicos, siendo éstos reemplazados por el estudio de la alimentación, la salud y la biotecnología. Esta marginación curricular conlleva problemas en el entendimiento de la dinámica de los ecosistemas, produciéndose en el alumnado una concepción aditiva de la ecología o lo que es lo mismo, una incapacidad de relacionar los conceptos científicos que se abordan en estos temas. Es por ello por lo que el presente trabajo se centra en el estudio de las relaciones tróficas a través de una metodología de trabajos cooperativos y con el fin de la adquisición del aprendizaje significativo.

Palabras clave: Aprendizaje significativo, Ecosistema, ABP (Aprendizaje basado en proyectos), Biología y Geología, y Relaciones Tróficas.

0.2. Abstract

Nowadays, education is facing new challenges. More and more teachers are putting aside old-fashioned methodologies in favour of those which focus on meaningful learning, cooperative work and the idea of making our students aware of their learning process. In terms of contents, the study of ecosystems is being reduced from the curriculum and, consequently, it has been replaced by the study of food, health and biotechnology. This curricular exclusion leads to problems in understanding the dynamics of ecosystems, which becomes an additive conception of ecology for our students and a lack of competence while relating scientific concepts addressed in these topics. For that reason, this Master Thesis is focused on the study of trophic relationships supported by a cooperative work methodology whose main aim is to involve our students in a meaningful learning.

Keywords: Meaningful learning, Ecosystem, PBL (Problem-based learning), Biology & Geology y Trophic relationships.

1. Introducción

En este Trabajo de Fin de Máster me voy a centrar en las relaciones tróficas presentes en el currículo de 4º de ESO, a través de la pregunta motriz ¿Cómo fluye la energía en el interior de un ecosistema? Durante mi periodo de prácticas en el IES Julio Caro Baroja tuve la oportunidad de acercarme al mundo de la docencia, en el cual observé las dificultades que los alumnos pueden encontrarse durante el estudio de diferentes temas. La unidad didáctica que me tocó impartir fue: Vertebrados para alumnos de 1º de ESO, durante su impartición pude observar errores a la hora de entender las diferentes adaptaciones que las especies presentaban para alimentarse o para no servir de alimento, lo cual me motivó para desarrollar este trabajo, en el cual me centraré exclusivamente en estudios de alimentación y adaptaciones para que ésta sea eficaz.

1.1. Enseñanza de las Relaciones Tróficas en la ESO

Si se analiza el currículo de ESO (LOMCE) podremos comprobar que el estudio de los ecosistemas carece de relevancia. Éstos se estudian en 3º de ESO en el Bloque 6: Los Ecosistemas, el cuál se centra básicamente en dar una descripción de los principales tipos de ecosistemas que se pueden encontrar, como por ejemplo: acuáticos, terrestres, así como de los factores que en ellos intervienen. Ya es en 4º de ESO en el Bloque 3: Ecología y Medio Ambiente, cuando los alumnos empiezan a estudiar la Dinámica de los ecosistemas en general y las relaciones tróficas en particular. Es entonces cuando empiezan a darse cuenta de la complejidad de ésta unidad didáctica, debido a que su principal error es la concepción aditiva, ya que no relacionan los diferentes conceptos científicos entre sí, lo cual dificulta el aprendizaje en este tipo de unidades didácticas en las cuales todo está relacionado. Además hay que tener en cuenta que la asignatura de Biología y Geología es optativa en 4º curso, por lo que muchos alumnos terminan la Educación Secundaria Obligatoria sin entender el funcionamiento de los ecosistemas.

Otro problema añadido al estudio de las relaciones tróficas es que, todos los alumnos saben de antemano que hay animales que cazan a otros animales y animales que se alimentan de plantas, lo cual les lleva a establecer ideas preconcebidas que pueden provocarles problemas en su aprendizaje, sobre todo en el entendimiento de que son las poblaciones de unas determinadas especies las que controlan a las de otras especies y

que si esto no ocurriera se produciría un desequilibrio en el ecosistema. Otra idea alternativa de los alumnos es obviar al hombre del concepto ecosistema, cuando somos una pieza clave tanto para su conservación como lo estamos siendo para su destrucción. En general, son muchos los problemas que presenta el alumnado a la hora de aplicar los conocimientos científicos que han adquirido a situaciones cotidianas. Si bien, son más o menos capaces de responder bien a las preguntas de un examen, a menudo, no transfieren esos conocimientos a la interpretación del medio y de los fenómenos naturales.

Una de las labores del docente, es la de tener en cuenta que el alumnado tiene su propia visión, sus propias interpretaciones, sobre el mundo que le rodea y que la enseñanza no se puede limitar a que los alumnos escuchen la versión del profesor en clase, ya que, probablemente no será suficiente para que cambie su visión por otra más coherente científicamente. Hay que partir de lo que los estudiantes perciben y trabajar el aprendizaje de manera significativa.

1.2. La Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel

Ausubel plantea que el aprendizaje del alumno depende de la estructura cognitiva previa que se relaciona con la nueva información, debe entenderse por "estructura cognitiva", al conjunto de conceptos, ideas que un individuo posee en un determinado campo del conocimiento, así como su organización. Ausubel resume este hecho en el epígrafe de su obra de la siguiente manera: "Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, enunciaría este: El factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averíguese esto y enséñese consecuentemente".

Para ello, Ausubel afirma que son necesarias 3 condiciones, las cuales deben darse a la vez para que se adquiriera un verdadero aprendizaje significativo:

- **Materiales de aprendizaje significativos**, con una estructura lógica para que el alumno pueda relacionarlo sustancialmente con los conocimientos que ya tiene.
- Una disposición por parte del alumno en adoptar una **actitud favorable** hacia el aprendizaje significativo, ya que tiene que aprender a enlazar cada concepto del nuevo material con conceptos que ya tiene.
- Una **estructura cognitiva relevante** o apropiada en el alumno, es decir, que algunos conceptos de la misma puedan ser usados como inclusores, es decir, que

sirvan de puente entre lo sabido y el conocimiento nuevo y así faciliten la actitud adecuada ante el aprendizaje.

Por todo ello se propone una dinámica participativa en todas las sesiones, tanto en las de trabajo grupal como en las individuales, ya que en este caso será el propio docente el que estimule la participación de la clase. El docente no se limitará a explicar lo que sus alumnos deben desarrollar, sino que les guiará mediante preguntas conductoras y ejemplos para que entre todos los alumnos salgan las ideas que tienen que interiorizar. Es tarea del docente la de conocer las ideas previas que los alumnos tienen, para que éstas ayuden en la incorporación de las ideas nuevas y además puedan establecer relaciones entre todas ellas.

2. Antecedentes y Objetivos

2.1. Antecedentes

Hay numerosos artículos que muestran las dificultades que los alumnos encuentran en el aprendizaje de la dinámica de los ecosistemas en la educación secundaria, como por ejemplo los realizados por Driver *et al.* (1994), Leach *et al.* (1996a) o Hogan y Fisherkeller (1996), a pesar de incrementarse su presencia en los currículos de ciencias, en las últimas décadas. Los problemas ecológicos y sus consecuencias, por ejemplo el cambio climático o la gestión de recursos, aparecen de forma recurrente en los medios de comunicación, y son conocidos, al menos a nivel superficial, por el público (Bravo & Jiménez, 2014).

No obstante, la comprensión y el aprendizaje de la ecología conlleva dificultades dentro del alumnado, éstas pueden ir desde dificultades en el entendimiento de diferentes conceptos, como pueden ser “medio”, como muestra el trabajo de Astolfi & Drouin (1986), o confusiones entre hábitat y ecosistema (Adeniyi, 1985), sin olvidarnos de energía o consumidor, además de cómo estos dos conceptos se relacionan entre sí. Como por ejemplo, en los procesos y las relaciones dinámicas, en el flujo de energía y en el ciclo de la materia, entre otros (Bravo & Jiménez, 2014).

La concepción aditiva del medio, la cual se entiende como una mera suma de conceptos sin relaciones establecidas entre ellos, se manifiesta en los alumnos cuando aluden a un inventario de lo que hay en él, cuando describen su entorno centrándose exclusivamente en la enumeración de sus componentes y cuando sólo se refieren a algunas relaciones sencillas que se establecen entre ellos, como la localización espacial y temporal de las cosas, sus semejanzas y diferencias o determinadas relaciones causales consideradas de forma aislada (Astolfi & Drouin, 1986; Correa *et al.*, 1994). Además, tanto la noción de “cadena trófica” en sí misma, como su construcción por parte del alumnado, connotan una caracterización aditiva del medio: la cadena se entiende como suma de eslabones y los eslabones como entes individuales (no poblacionales) (Peterfalvi *et al.*, 1986), y la concepción de organización ecológica se construye pasando del elemento suelto a la relación binaria y de ésta a la cadena trófica (Griffiths & Grant, 1985; Peterfalvi *et al.*, 1986; Leach *et al.*, 1991).

Hogan y Fisherkeller (1996) realizaron estudios en los que comprobaron que alumnos con edades comprendidas entre los 10 y los 12 años tenían problemas con el entendimiento del alimento como materia de la que se puede obtener energía, o en entender que la fotosíntesis es un proceso por el cual se obtiene energía química a partir de la energía procedente del sol. Por otro lado, Leach *et al.* (1996a) estudiaron la comprensión del ciclo de la materia con alumnos de 5 a 16 años, estos estudios demostraron que los estudiantes apenas consideraban los procesos de fotosíntesis, respiración y descomposición como parte de este ciclo. Apoyando estos estudios podemos encontrar los realizados por Ibarra, Carrasquer y Gil (2010), sobre los procesos de descomposición de materia orgánica y el papel en él, de los seres vivos, los cuales nos muestran las dificultades del alumnado en abordar estas cuestiones.

Si nos centramos en los eslabones que componen una cadena trófica o lo que es lo mismo, los niveles tróficos, Driver *et al.* (1994) plantean en sus estudios que los alumnos entre 12 y 13 años utilizan un razonamiento teleológico, postulando que las plantas producen alimento en beneficio de los animales y las personas, o que los demás animales existen para el beneficio de los humanos. Además se le da más importancia a los consumidores, principalmente a los depredadores (Leach *et al.*, 1996b).

En general los estudiantes tienen dificultad para razonar acerca del ecosistema como un sistema (pensamiento sistémico) y generalmente representan las redes tróficas como secuencias lineales siguiendo un patrón de causalidad lineal, basado en una relación de causa-efecto, la cual es unidireccional y directa (Driver *et al.*, 1994; Leach *et al.*, 1996b; White, 1997; Grotzer, 2009). Con frecuencia tanto estudiantes de primaria como secundaria no tienen en cuenta la causalidad tipo dominó (Barman *et al.*, 1995; Grotzer & Basca, 2003), donde el efecto se propaga desde la causa (perturbación) en patrones tipo dominó, en este patrón ya se reconoce que si faltan los productores esto afectaría no solamente a los consumidores primarios sino también al resto de consumidores (secundarios, terciarios etc.).

Los autores mencionados afirman que para el correcto entendimiento y razonamiento acerca de los ecosistemas se debe entender un número de diferentes tipos de patrones causales más complejos; estos incluyen según Grotzer (2002):

- Patrones tipo dominó, son importantes para entender por ejemplo el flujo de energía en las redes alimentarias.

- Patrones causales cíclicos, en los cuales una causa desencadena un efecto que en últimas tiene un efecto sobre la causa inicial. Son importantes para entender los ciclos biogeoquímicos.
- Causalidad de doble vía, en el cual un evento o relación tiene efectos mutuos y con frecuencia simultáneos. Cada componente tiene un efecto sobre el otro, por lo que cada uno actúa como un efecto y una causa. La comprensión de la causalidad compleja es una habilidad fundamental para el aprendizaje de los ecosistemas. Sin embargo, incluso después de la instrucción de la unidad didáctica, los estudiantes tienen considerables dificultades de razonamiento acerca de las estructuras y relaciones complejas que se dan en los ecosistemas.

Para finalizar y a modo de síntesis, los principales problemas que se dan en el proceso de aprendizaje de mi trabajo, según los autores citados anteriormente son:

- Problemas en la diferenciación de algunos conceptos, como por ejemplo hábitat y ecosistema.
- Problemas a la hora de establecer relaciones entre los diferentes conceptos, como energía y consumidor.
- Problemas con el entendimiento del flujo de energía y materia.
- Problemas en el entendimiento de la cadena trófica, ya que la entienden como una mera suma de eslabones, obviando las relaciones complejas que se establecen.
- Obviar la fotosíntesis, la respiración y la descomposición.
- No tener en cuenta a individuos carroñeros y descomponedores.
- Uso del razonamiento teleológico.
- Dificultades para razonar el ecosistema como un sistema y entender las redes tróficas como procesos lineales y unidireccionales.

Por otro lado, durante mi periodo de prácticas pude comprobar los problemas que los alumnos presentaban en el aprendizaje de las adaptaciones que presentan los seres vivos para alimentarse o para no servir de alimento, como por ejemplo relacionar las diferentes morfologías de los picos de las aves con la alimentación de éstas, o la relación que hay entre el tipo de huella con el tipo de locomoción de la especie a la que pertenece y ésta, con su alimentación. Este problema en el aprendizaje fue el que me motivó a trabajar en el presente proyecto, en el cual pretendo abordar todos los problemas citados anteriormente.

2.2. Objetivos didácticos

El objetivo de este trabajo es el de abordar los errores conceptuales citados anteriormente y que los alumnos de 4º de ESO, para los que va destinado, sean capaces de aprender de manera significativa el funcionamiento de los ecosistemas en general y las relaciones tróficas en particular. Para desarrollar los objetivos he consultado el currículo de la ESO para la asignatura de Biología y Geología (Gobierno de Navarra 2015, LOMCE), además de añadir otros objetivos propios.

2.2.1. Objetivos Conceptuales:

1. Reconocer los factores limitantes en los principales ecosistemas.
2. Reconocer distintas relaciones inter e intraespecíficas y su influencia en la regulación de los ecosistemas.
3. Reconocer los diferentes niveles tróficos y las relaciones entre ellos, valorando la importancia que tienen, para la vida en general, el papel de cada especie en el ecosistema y la necesidad su conservación.
4. Establecer la relación entre la transferencia de energía de los niveles tróficos y su eficiencia energética.
5. Reconocer los daños que las actividades humanas pueden ocasionar en los ecosistemas.

2.2.2. Objetivos Procedimentales:

6. Interpretar y realizar gráficos que muestren los tamaños poblacionales, los flujos de energía y las relaciones inter e intraespecíficas.
7. Interpretar las adaptaciones de los seres vivos a un ambiente determinado, relacionando la adaptación con el factor o factores ambientales desencadenantes de la misma.
8. Argumentar sobre las actuaciones humanas que tienen una influencia negativa sobre los ecosistemas: contaminación, desertización, agotamiento de recursos...
9. Defender y concluir sobre posibles actuaciones para la mejora del medio ambiente.

10. Realizar e interpretar redes tróficas y pirámides poblacionales.
11. Manejar de forma correcta las claves dicotómicas.

2.2.3. Objetivos Actitudinales

12. Participar activamente durante el desarrollo de las actividades científicas, colaborar con sus compañeros, aportar ideas respetando las de otros.
13. Asumir responsabilidades dentro de cada actividad.
14. Comunicarse con respeto hacia el resto de compañeros, saber transmitir sus ideas de forma educada.
15. Favorecer que el clima de trabajo sea el adecuado.

3. Propuesta Didáctica

3.1. Cadenas y Redes Tróficas

Actividad	Objetivos	Número de sesiones
Carroñeros, los grandes olvidados	2, 3, 4, 10, 12, 13, 14 y 15.	3
El cuento del equilibrio	2, 3, 5, 8, 9, 12, 14 y 15.	1
Analicemos los estadísticos	2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 12, 13, 14 y 15.	1
Ciervos, vacas, lobos y cazadores	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 12, 13, 14 y 15.	1
¡Hagamos pirámides!	2, 3, 8, 9, 10, 12, 13, 14 y 15.	2
Charla informativa huellas	12, 14 y 15.	< 1
Taller de huellas de mamíferos	12, 14 y 15.	3; 1*
Identificación de huellas de mamíferos	7, 11, 12, 13, 14 y 15.	1-2

* El número de sesiones de esta actividad dependerá de donde se realice, si pudiese hacerse en el campo nos llevaría 3 horas, mientras que si por causas meteorológicas se tendría que hacer en el centro, únicamente nos llevaría una hora.

3.1.1. Carroñeros, los grandes olvidados

Desde el punto de vista de un adolescente de 15-16 años, las especies carroñeras no son muy valoradas debido a los hábitos alimenticios que presentan, sin embargo son fundamentales para el perfecto funcionamiento de los ecosistemas, así que, ¿Por qué no estudiarlos siendo éstas las protagonistas? Otro de los problemas que se pueden observar es entender las redes tróficas de forma lineal, en vez de forma cíclica. Cuesta entender que en la naturaleza todo se recicla y que los carroñeros son fundamentales para estos procesos. Para llevar a cabo esta actividad, los alumnos deberán conseguir contestar a las siguientes **preguntas**:

- ¿Qué ocurriría si eliminásemos a las especies carroñeras de los ecosistemas?
- ¿Qué tipos de especies carroñeras podemos encontrar?
- ¿Cuál es su función dentro de un ecosistema?
- ¿Cómo favorecen estas especies al resto de poblaciones del ecosistema?
- Dentro de la pirámide ecológica ¿Dónde las situaríamos?

Para el desarrollo de esta actividad, se dividirá la clase en 5 grupos de 4 ó 5 alumnos cada uno. A cada integrante de cada equipo se le asignará uno de los siguientes roles:

- Experto en Productores
- Experto en Consumidores primarios
- Experto en Consumidores secundarios
- Experto en Consumidores terciarios
- Experto en Descomponedores

A continuación, cada experto deberá buscar información de cuatro especies ibéricas del nivel trófico que le corresponda y realizar una ficha de cada una de ellas, en la que se aclare la alimentación de éstas, especificando si hay alguna especie en su grupo de estudio con hábitos carroñeros y si éstos son estrictos u oportunistas. Posteriormente se realizará una **reunión de expertos** donde se deberán poner en común las especies elegidas y se corregirán los errores entre ellos, si los hubiera. Entre los expertos decidirán cuales son las especies que van a elegir para continuar con el trabajo. El objetivo es elegir el mayor número de especies de cada grupo y que estas sean lo más variadas entre sí, en cuanto a la familia a la que pertenecen. Los expertos en consumidores también estarán obligados a que algunas de sus especies tengan hábitos carroñeros.

Seguidamente se realizará una **reunión de grupos de trabajo**, en la que cada experto expondrá a su grupo las especies que, junto con el resto de expertos en su materia, han elegido para continuar el trabajo. Con toda la información reunida por cada uno de sus expertos, el cometido del grupo es realizar una red trófica que abarque todas las especies elegidas por cada grupo de expertos. La red trófica se deberá realizar en un poster digital, en la que las imágenes de las especies estén relacionadas entre sí por flechas en sentido del flujo de energía. Una vez terminadas las redes tróficas serán corregidas por otro grupo, añadiendo en un margen las correcciones que ellos le harían. Por último, se pondrán en común todas las redes tróficas y se realizará una red única, la cual deberá estar supervisada y corregida por el profesor. Además en esta red trófica se marcarán los organismos carroñeros estrictos y oportunistas, con el fin de que se vea que estos son muchas más especies de las que podrían pensar. Y para finalizar, se elegirán a 4-5 personas al azar (una de cada grupo) las cuales tendrán que explicar

porque son importantes los carroñeros en los ecosistemas, contestando a las preguntas motrices.

Para realizar esta actividad serán necesarias 3 sesiones y responden a los objetivos 2, 3, 4, 10, 12, 13, 14 y 15.

3.1.2. El cuento del equilibrio

A modo de historia se explicará el flujo de energía en los ecosistemas y cómo éste varía en función del número de especies y del tamaño poblacional de éstas. Con ayuda de un mural en el que esté representado un ecosistema (en este caso se representará un ecosistema ribereño y uno forestal) y diferentes animales que habiten en ellos (estos se podrán pegar y despegar del mural, a modo de mostrar su presencia o ausencia en el ecosistema), se pretende estudiar las fluctuaciones poblacionales de las diferentes especies, con respecto al resto de especies con las que coexisten. Con cada uno de los ecosistemas elegidos se pretenden resaltar diferentes problemáticas actuales en nuestros ríos y bosques, como por ejemplo:

- **Ecosistema Ribereño:** el protagonista de éste será el visón europeo (*Mustela lutreola*) y como actores secundarios tendremos a todos los animales de los que se alimenta, como por ejemplo: cangrejos, anfibios, pájaros, peces y patos. Por otro lado el “malo” de la película será visón americano (*Neovison vison*), ya que uno de los problemas que se quiere mostrar es la introducción de **especies invasoras**, y de cómo éstas desplazan a las autóctonas. Se irán eliminando animales del medio a medida que nuestro protagonista vaya comiéndoselos, pero estos se reproducirán con una tasa mayor a la que el visón europeo provoca de mortalidad, cuando se introduce el visón americano en nuestro ecosistema ribereño, el visón europeo desaparece y debido a que las sueltas ilegales de visón americano se hacen de miles en miles, la tasa de mortalidad del resto de especies será mayor a la tasa de reproducción y muchas de ellas también desaparecerán. Además, gracias a esta representación tan visual del funcionamiento de las redes tróficas, también se pueden añadir otras problemáticas para el visón, como la “limpieza de la maleza” de los ríos, o la contaminación de sus aguas, entre otras.
- **Ecosistema Forestal:** por otro lado, el protagonista de este otro “cuento” es el lobo ibérico (*Canis lupus signatus*), para así mostrar su papel como **ingeniero del ecosistema**. La metodología es similar a la anterior, por lo que los

personajes secundarios de éste serán sus presas, como por ejemplo: ciervo (*Cervus elaphus*) y jabalí (*Sus scrofa*), además de su familiar el zorro (*Vulpes vulpes*) y otros animales del bosque de los cuales no suele alimentarse u obtener energía directamente, pero sobre los cuales, su presencia influye, como son el conejo (*Oryctolagus cuniculus*) y la perdiz roja (*Alectoris rufa*). Con la presencia del lobo, el ecosistema se mantendrá en equilibrio, ya que éste controlará la población de ciervo y jabalí, alimentándose de los más débiles o enfermos y evitando que estos grandes herbívoros no eliminen demasiada cubierta vegetal, además también controlará las poblaciones de zorro, evitando que su tamaño poblacional no aumente demasiado, favoreciendo así la presencia de conejo y perdiz, presas comunes de este cánido de menor tamaño. Cuando se elimina al lobo del ecosistema, los ciervos y jabalíes se reproducen sin control, eliminando gran parte de la cubierta vegetal, además de que aumenta la cantidad de individuos enfermos, ya que la enfermedad se transmitirá de un individuo a otro, incluso pudiendo infectar al ganado, lo que conlleva pérdidas económicas. Por otro lado, las poblaciones de zorro también crecerán, provocando una disminución de las de conejo y perdiz, que ya se veían afectadas por la pérdida de vegetación. Es entonces cuando las especies, que a primera vista podrían verse beneficiadas, sufren la ausencia del lobo, ya que los ciervos y jabalíes morirán por enfermedades que se convertirán en epidemias y los zorros por escasez de alimento, ya que han eliminado al conejo y a la perdiz del ecosistema.



Ilustración 1: Fotografía realizada durante el desarrollo de esta actividad.

El trabajo individual que los alumnos tendrán que realizar está contemplado en el Anexo 1.

Para realizar esta actividad será necesaria 1 sesión y responden a los objetivos 2, 3, 5, 8, 9, 12, 14 y 15.

Desarrollo de la actividad

Una adaptación de esta actividad tuve la oportunidad de desarrollarla con niños desde 5 hasta 11 años de edad. Al ser una actividad dinámica pude comprobar como los niños se sinceraban y no tenían problema en contestar a las preguntas que se les iban haciendo a lo largo de la sesión, ellos no lo veían como un ejercicio, sino como un juego.

Cuando el cuento comenzó, permanecían atentos a mis explicaciones, pero a medida que el cuento iba avanzando, eran ellos los que iban prediciendo lo que iba a suceder. Las preguntas que se les hacían eran del tipo: ¿Qué pasará si ahora quitamos al visón europeo del ecosistema?, o ¿Y si ahora soltamos en este río 50 visones americanos? Las respuestas a estas preguntas fueron muy gratificantes, ya que además de que todos los niños querían contestarlas, eran todas muy correctas.

Como he dicho antes, ésta era solo una adaptación de la actividad propuesta en este proyecto, ya que hay que tener en cuenta que éste va destinado a alumnos de 4º de ESO, pero la esencia de la actividad es la misma, y no es otra que el entendimiento de las cadenas tróficas a partir de elementos visuales y dinámicos, los cuales permiten que los conceptos científicos y las relaciones entre éstos, sean interiorizados y recordados con más facilidad.

3.1.3. Analicemos los estadísticos

Esta actividad es una continuación de la anterior, consiste en el análisis de gráficos estadísticos en los cuales se reflejarán los tamaños poblacionales de las diferentes especies de un mismo ecosistema, en ellos se incluirán los dos ecosistemas trabajados en la actividad “El cuento del equilibrio” entre otros. La idea es observar las fluctuaciones poblacionales de las diferentes especies de un modo más científico, analizando estadísticos. A partir de diferentes gráficos de un mismo ecosistema a lo largo de varios años, los alumnos deberán interpretar qué es lo que ha sucedido, qué es lo que pueden prever para el futuro de este ecosistema y si éste se encuentra o no en equilibrio.

Para el desarrollo de esta actividad, se dividirá la clase en grupos de 4 o 5 alumnos, a los que se les entregarán los gráficos de un ecosistema, además de una contextualización en la que se reflejarán diferentes aspectos de éste, con el objetivo de poner a alumnado en situación y que el resultado de la actividad sea lo más completo posible.

Una vez realizado el análisis estadístico del correspondiente ecosistema, una persona del grupo elegida al azar por el docente, tendrá que exponer los resultados de su grupo al resto de compañeros, la nota obtenida por el alumnos durante su exposición será la que obtengan todos los integrantes de su grupo. Haciendo esto, nos podemos asegurar de que todos los integrantes de un mismo grupo contribuirán en la ejecución de la actividad y debido a la presión que puede ejercer el propio grupo, todos sus integrantes se prepararán la exposición de forma más que adecuada.

Las actividades que cada grupo de alumnos tendrá que realizar se contemplen en el Anexo 2.

Para realizar esta actividad será necesaria 1 sesión y responden a los objetivos 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 12, 13, 14 y 15.

3.1.4. Ciervos, vacas, lobos y cazadores

Con esta actividad se pretende que los alumnos afiancen conocimientos (redes tróficas, niveles tróficos, depredación, competencia, enfermedades, capacidad de carga, impactos humanos, y demografía) de una forma interactiva. Los alumnos juegan un rol dentro de un ecosistema y la red trófica, en la que además se pueden ver afectados por enfermedad y por la intervención humana. Este juego dura aproximadamente una hora y los roles que los alumnos tienen que interpretar son: ciervo, vaca, lobo y cazador. Como los animales de un ecosistema, éstos tendrán que buscar alimento, evitar la depredación o la caza, reproducirse o hacer frente a fenómenos adversos como las enfermedades.

Antes de comenzar el juego, se deberá hacer un repaso de diferentes conceptos para que los alumnos tengan claro el papel que van a tener que interpretar, como por ejemplo la competencia entre individuos, de la misma o distinta especie, por el alimento, el espacio, etc...

Los materiales necesarios para desarrollar la actividad, así como el procedimiento que se debe seguir y los roles de cada uno de los personajes están detallados en el Anexo 3.

El objetivo de esta actividad es que los alumnos entiendan cómo de complejas son las interacciones de las diferentes poblaciones en la naturaleza, cómo funcionan las redes tróficas y como se puede ver afectada una comunidad si aumenta el número de depredadores o si por el contrario disminuye. También es importante que vean como la cantidad de productores primarios pueden afectar al número de consumidores y viceversa. En general, se pretende que con este tiempo de juego los alumnos entiendan todos estos procesos que se producen en la naturaleza y sobre todo que la entiendan como un conjunto, en el que todas sus partes están relacionadas, además de que vean como las irresponsabilidades del hombre pueden provocar grandes cambios en el ecosistema.

Para realizar esta actividad será necesaria 1 sesión y responden a los objetivos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 12, 13, 14 y 15.

3.1.5. ¡Hagamos pirámides!

A partir de los resultados de la actividad anterior, los alumnos deberán realizar en el aula las pirámides ecológicas que correspondan para cada una de las etapas. Se les pedirá que realicen los 3 tipos de pirámides presentes en el currículo: *pirámides de números*, *pirámides de energía* y *pirámides de biomasa*, para la realización de estas últimas les facilitaremos el peso medio de cada una de las especies que estaban presentes en nuestro ecosistema simulado. El objetivo de esta actividad es que los alumnos vean de forma más clara, si nuestro ecosistema se encontraba en equilibrio, y el porqué de los cambios poblacionales de una etapa a otra.

Para el desarrollo de esta actividad, también se dividirá la clase en grupos de 4 o 5 personas (manteniendo los grupos ya establecidos en actividades anteriores), los cuales tendrán que entregar las 3 pirámides de cada una de las etapas con un breve comentario de cada una de ellas. La evaluación de esta actividad será de forma grupal, por lo que se vigilará que todos los integrantes de cada grupo colaboren con sus compañeros.

Las actividades que cada grupo de alumnos tendrá que realizar se contemplen en el Anexo 4.

Para realizar esta actividad serán necesarias 3 sesiones y responden a los objetivos 3, 4, 9, 10, 11, 13, 14, 15 y 16.

3.2. Proyecto de investigación: Huellas, Locomoción y Alimentación

3.2.1. Charla informativa

Con ayuda de una presentación digital, se muestra a los alumnos las diferentes técnicas que se usan para el estudio de la fauna silvestre, como pueden ser el estudio de los rastros (huellas, excrementos, egagrópilas, etc.), el uso de GPS o el fototrampeo. Una vez terminado este apartado, el siguiente consistirá en el uso que se les puede dar a los datos obtenidos, como por ejemplo estudios de la distribución, tamaño de la población, dieta, estudios genéticos, etc...

Como nuestro objetivo principal es el estudio de la alimentación y las redes tróficas, también se incidirá en la relación que hay entre el tipo de huella y la locomoción de la especie a la que pertenece. Esta parte de la presentación será crucial para el correcto desarrollo de la actividad “Identificación de huellas” que se realizará con posterioridad. La idea de esta actividad, es la de dar a conocer el trabajo de los científicos medioambientales, además de entender cómo se realizan este tipo de estudios, que aunque no sean de laboratorio, siguen un estricto método científico.

Para realizar esta actividad será necesaria menos de 1 sesión y responden a los objetivos 12, 14 y 15.

3.2.2. Taller de huellas de mamíferos

Esta parte de la actividad está pensada de dos formas diferentes, ya que la idea principal es una salida de campo y la climatología puede no acompañarnos. Si esto no sucediera, se saldría de paseo por caminos de tierra en busca de algún rastro o huella que nos permita muestrear. La forma de extracción de éstas es sencilla, y se detalla a continuación:

- Limpiar con cuidado la huella (hojas, ramitas o piedras que puedan estar sobre ella).
- Rodearla con un círculo de cartulina unido con dos clips, uno a cada lado.
- Mezclar la escayola con agua, hasta obtener la textura adecuada. Ésta dependerá del nivel de detalle que queramos obtener, para huellas con uñas es aconsejable realizar una mezcla más líquida, aunque el tiempo de secado sea mayor.
- Esperar a que se seque (8-12 min).

- Extraer la huella con cuidado.
- Limpiar la huella con agua y un cepillo.



Ilustración 2: Secuencia de imágenes que relatan el procedimiento de extracción de una huella con escayola. Huella de corzo (*Capreolus capreolus*).

En el caso de que la climatología lo impidiera, las huellas se colocarán de manera artificial a lo largo del recinto escolar. Para esto, se simularán pisadas usando moldes de escayola de huellas extraídas con anterioridad.

Para realizar esta actividad serán necesarias 3 sesiones si se realizase en el campo y 1 sesión si fuera en el centro y responden a los objetivos 12, 14 y 15.

3.2.3. Identificación de huellas de mamíferos

A partir de los moldes de huellas recogidos en escayola se procederá a su identificación. La técnica de trabajo cooperativo que se usará será de tipo “puzzle”, para ello se dividirá la clase en dos grupos: dedos y pezuñas.

A cada uno de los grupos se les entregarán 4 huellas de diferentes animales que presenten dedos, o bien pezuñas, las cuales serán:

- **Dedos:** perro, zorro, tejón y ginetá.
- **Pezuñas:** corzo, cabra, ciervo y jabalí.

La clave dicotómica que los alumnos usarán para su identificación será “PegadasApp” una aplicación gratuita para *smartphones*. Durante la realización de la actividad, el docente únicamente servirá de guía, ya que la idea es que sean ellos mismos los que se fijen en los pequeños detalles que diferencian unas huellas de otras y no sean condicionados por el profesor. Una vez identificadas todas las huellas, y con la

corroboración del docente, se procederá a la realización de un pequeño informe que sirva como guía para la explicación de cada una de las huellas al otro grupo. El informe debe constar de:

- Animal al que pertenece y su familia.
- Características determinantes en la identificación de cada una de las huellas.
- Relación del tipo de huella con la locomoción del animal al que pertenece, y ésta con su alimentación.

Por último, y para terminar todas las actividades relacionadas con las huellas, se entregará a cada alumno una hoja con preguntas de respuesta bastante libre, para observar si hemos logrado el objetivo de la práctica (Anexo 5).

Para realizar esta actividad serán necesarias entre 1 y 2 sesiones y responden a los objetivos 7, 11, 12, 13, 14 y 15.

Desarrollo de la actividad

Esta actividad pude llevarla a cabo durante mi periodo de prácticas en el IES Julio Caro Baroja, con alumnos de 1º de ESO y 1º de Bachillerato, además también la lleve a cabo con alumnos de Educación Primaria, desde los 5 hasta 11 años, para observar las diferencias que podía encontrarme entre todos ellos. Para todos ellos, el uso de claves dicotómicas era algo nuevo, lo cual no impidió a ninguno de ellos realizar la actividad correctamente.

Durante el desarrollo de la actividad la principal diferencia que se podía observar era la necesidad, por parte de los alumnos de primaria, de una mayor orientación con el uso de estas claves, pero al igual que los alumnos de Educación Secundaria supieron identificar las 8 huellas correctamente.

Las respuestas de los alumnos fueron recogidas y analizadas, como se puede observar en el Anexo 6.

4. Evaluación

4.1. Criterios de Evaluación

Los criterios de evaluación que se van a tomar en cuenta en esta propuesta didáctica, serán si el alumno consigue o no, los objetivos curriculares detallados anteriormente. Para comprobar esto, se utilizarán las herramientas de evaluación detalladas a continuación.

4.2. Herramientas de Evaluación

4.2.1. Trabajos Grupales

- **Portfolio 1 (20%):** Este portfolio deberá incluir todas las actividades realizadas en grupos de 4-5 personas, las cuales son:
 - **Carroñeros, los grandes olvidados**
 - **Analicemos los estadísticos**
 - **¡Hagamos pirámides!**
- **Portfolio 2 (10%):** Este portfolio solo deberá incluir la actividad grupal del Proyecto de investigación, la cual es:
 - **Identificación de huellas de mamíferos**
- **Exposición Oral (10%):** de cada uno de los trabajos grupales expuestos por un integrante de cada equipo, la nota obtenida será la misma para el resto de sus compañeros.
- **Rúbrica de Evaluación (10%):** Cada alumno tendrá que evaluar, rellenando una rúbrica (Anexo 7), a cada integrante de su equipo en cada una de las 4 actividades grupales, por lo que valdrá el 2,5% de la nota cada una de ellas. El docente solo puede variar en medio punto la nota que han puesto sus compañeros.

4.2.2. Trabajos Individuales

- **Portfolio 3 (10%):** Este portfolio deberá incluir todas las actividades individuales realizadas, las cuales son:
 - **El cuento del equilibrio**
 - **Ciervos, vacas, lobos y cazadores**

- **Actitud del alumnado (10%):** Este apartado recoge el comportamiento del alumnado durante todas las sesiones, además de su participación en las actividades, así como la ayuda que haya brindado al resto de compañeros.

- **Examen (30%):** Prueba escrita (Anexo 8) que recoja los conocimientos que el alumnado debería haber adquirido a lo largo de las sesiones. La prueba consistirá en ejercicios prácticos similares a los realizados durante las sesiones.

5. Referencias Bibliográficas

Trabajos citados

- Adeniyi, E.O. (1985). Misconceptions of selected ecological concepts held by some Nigerian students. *Journal of Biological Education*, 19 (4), 311-316.
- Astolfi, J.P. & Drouin, A.M. (1986). Milieu. *Aster*.3, 73-110.
- Barman, C.R.; Griffiths, A.K. & Okebukola, P.A.O. (1995). High school students' concepts regarding food chains and food webs: A multinational study. *International Journal of Science Education* 17(6), 775-782.
- Bravo Torija, B. & Jiménez Aleixandre, M. P. (2014). Articulación de uso de pruebas y el modelo de flujo de energía en los ecosistemas en argumentos de alumnado de bachillerato. *Enseñanza de las ciencias*, 32.3, 425-442.
- Correa, N.; Cubero, R.; García, J.E. (1994). Construcción y desarrollo de nociones sobre el medio ambiente. *Contexto y desarrollo social*.
- Driver, R.; Squires, A.; Rushworth, P. & Wood-Robinson, V. (1994). Nutrition. *Making sense of Secondary Science: Research into Children's Ideas*, 27-35.
- Griffiths, A.K & Grant, B.A.C. (1985). High School Students' understanding of food webs: identification of a learning hierarchy and related misconceptions. *Journal of Research in Science Teaching*, 22 (5), 421-436.
- Grotzer, T.A. & Basca, B.B. (2003). How does grasping the underlying causal structures of ecosystems impact students' understanding? *Journal of Biological Education*, 38(1), 16-29.
- Grotzer, T.A. (2002). Causal Patterns in Ecosystem. Lessons to Infuse into Ecosystems Units to Enable Deeper Understanding. Curriculum Module. *The Understandings of Consequence Project. Project Zero, Harvard Graduate School of Education, Cambridge, MA.*, 1-202.
- Grotzer, T.A. (2009). Addressing the Challenges in Understanding Ecosystems: Classroom Studies. *National Association for Research in Science Teaching (NARST)*.
- Hogan, K. & Fisherkeller, J. (1996). Representing students' thinking about nutrient cycling in ecosystems; Bidimensional coding of a complex topic. *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 941-970.
- Ibarra, J.; Carrasquer, J. & Gil, M.J. (2010). Un proceso oscuro y anónimo: la descomposición de la materia viva. *Alambique*, 64, 99-108.

- Leach, J.; Driver, R.; Scott, P. & Wood-Robinson, C. (1996a). Children's ideas about ecology 2 : Ideas found in children age 5-16 about the cycling of matter. *International Journal of Science Education*, 18, 19-34.
- Leach, J.; Driver, R.; Scott, P. & Wood-Robinson, C. (1996b). Children's ideas about ecology 3: ideas found in children aged 5-16 about the interdependency of organisms. *International Journal of Science Education*, 18(2), 129-141.
- Leach, J.; Driver, R.; Scott, P.; Wood-Robinson, C. (1991). Progression in conceptual understanding in pupils from age 5 to 16; Cycles of matter, flows of energy and interdependency and classification of organisms in ecosystems. A report to the National Curriculum Council. *Leeds: Centre for Studies in Sciences and Mathematics Education. Leeds University*.
- Peterfalvi, B.; Rumelhard, G; Verin, A. (1986). Relations alimentaires. *Aster*, 3, 111-189.
- White, P. (1997). Naive ecology: Causal judgment about a simple ecosystem. *British Journal of Psychology*, 88, 219-233.

Bibliografía

- Ausubel, D: *Teoría del aprendizaje significativo*
- Gobierno de Navarra. Departamento de Educación 2015. Currículo. Educación Secundaria Obligatoria. Fondo de Publicaciones del Gobierno de Navarra.

6. Anexos

Anexo 1: El Cuento del Equilibrio

1. Contesta a las siguientes preguntas:

a. Ecosistema Ribereño.

- Como hemos visto durante la actividad, el visón europeo (*Mustela lutreola*) tiene una alimentación muy variada. ¿A qué nivel trófico pertenece este mustélido? ¿Sería una especie generalista o especialista? Si no conoces el significado de estos dos términos búscalos en internet.

- ¿Por qué crees que el visón americano (*Neovison vison*) desplaza al visón autóctono?

- ¿Qué se podría hacer para evitar el problema de las especies invasoras? Razona tu respuesta.

b. Ecosistema Forestal

- ¿Qué significa ser “ingeniero del ecosistema”? Pon algún otro ejemplo de especie que también lo sea. Puedes ayudarte de internet.
- ¿La presencia del lobo beneficiaría a los ganaderos o por el contrario les afectaría a su economía? Razona tu respuesta.
- Busca en internet métodos eficaces para evitar los ataques del lobo al ganado.

Anexo 2: Analicemos los Estadísticos

1. Lee el siguiente texto, el cual te ayudará a analizar los gráficos del apartado siguiente:

“[...] situado en la Sierra de la Demanda dentro de la provincia de La Rioja, abarca las localidades de Viniegra de Arriba, Viniegra de Abajo, Ventrosa y Brieva de Cameros. Es un ecosistema típico forestal con una vegetación mixta en el que destacan encinas (*Quercus ilex*), rebollos (*Quercus pyrenaica*) y hayas (*Fagus sylvatica*) como árboles principales, además de encontrar grandes extensiones de matorral y gran variedad de herbáceas. Debido a las labores de repoblación también encontramos amplias extensiones de monocultivos de pinos (*Pinus sp.*), especies con gran poder colonizador. En esta zona se practica la caza deportiva de tipo mayor: ciervo (*Cervus elaphus*), corzo (*Capreolus capreolus*) y jabalí (*Sus scrofa*), además de ser una zona en la que su principal sustento económico se debe a la ganadería extensiva [...]”

2. Analiza los siguientes gráficos y responde a las siguientes preguntas.

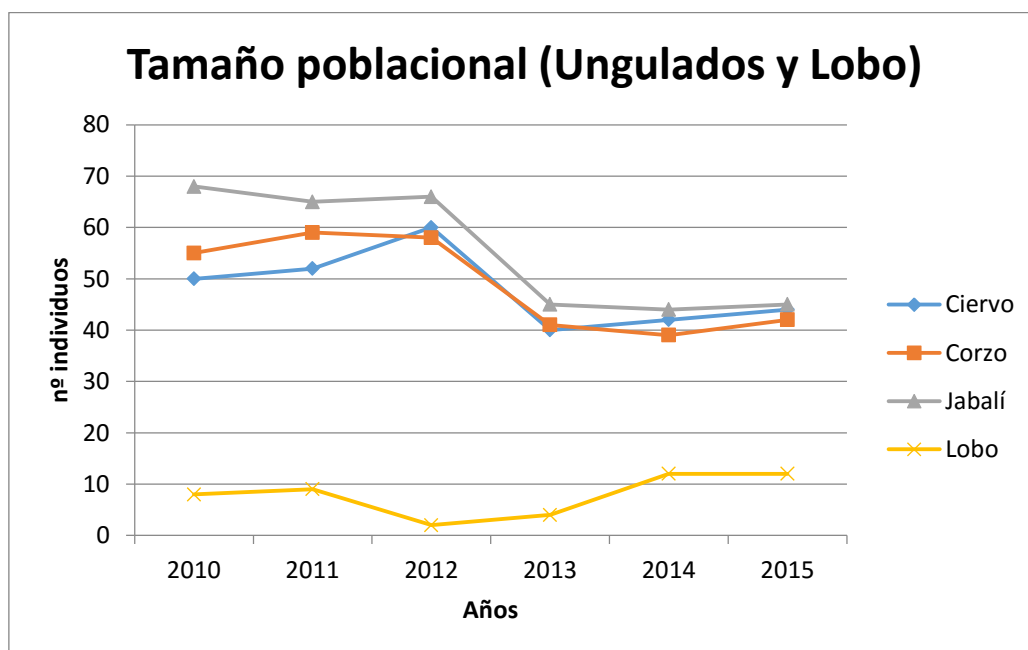


Gráfico tipo 1: Tamaño poblacional de Ungulados y Lobo

- ¿Cómo varían las poblaciones de Ungulados entre sí? ¿Y la de éstos con respecto a la de Lobo? Razona tú respuesta.
- ¿Favorecería la presencia de Lobo a las poblaciones de Ungulados? Razona tú respuesta.
- ¿A qué se puede deber el descenso de la población de Lobo en el año 2012? Razona tú respuesta.



- ¿Cómo varía la población de Zorro con respecto a la de Liebre? Razona tú respuesta.
- ¿Y con respecto a la de Lobo? Razona tú respuesta.



- ¿Cómo varía la población de Liebre con respecto a la de Ungulados? Razona tú respuesta.
- ¿Qué crees que ha podido pasar en el año 2012? Razona tú respuesta.

Anexo 3: Ciervos, Vacas, Lobos y Cazadores

Materiales

- 5 cubos.
- 50 fichas de poker (vegetación de un ecosistema).
- 5 fichas de poker marcadas disimulada mente (vegetación portadora de enfermedades, enfermarán al animal).
- 10 pelotas de ping-pong (representarán las balas de los cazadores).
- Diferentes disfraces que representen los roles.
 - o Ciervos machos: cuernos + pañuelo azul en la cabeza.
 - o Ciervos hembras: cuernos + pañuelos rojo en la cabeza.
 - o Cervatillos: pañuelos rojo o azul (dependiendo sexo) sin cuernos.
 - o Vacas: pañuelo verde + cencerro alrededor del cuello.
 - o Cazadores: gorra + chaleco reflectante.
 - o Lobos: pañuelo gris en la cabeza + gafas de sol.
- Cartulina y rotuladores para representar el gráfico de energía.

Procedimiento

- Encontrar un área adecuada para jugar, preferiblemente en el exterior.
- Delimitar una pequeña zona que será nuestra “sala de espera”, donde se encontrarán los alumnos que aún no han iniciado el juego y los que han muerto, también tendrán que venir a esta zona los alumnos que quieran reproducirse. Se elegirá a un alumno como responsable de esta zona, para que haya un orden y todos los demás alumnos puedan disfrutar del juego por igual. Este alumno también será el encargado de anotar los datos en nuestro gráfico.
- Se colocan los cubos con las fichas de poker por toda nuestra zona de juego, las fichas de poker que representan la vegetación portadora de enfermedades se incluirán en el juego a partir de la 4ª o 5ª ronda.
- Se asignan los roles a los alumnos, aproximadamente siguiendo estas indicaciones:
 - o 50% ciervos (machos y hembras).
 - o 20% vacas.
 - o 10% lobos.
 - o 5% cazadores.

- 15% sala de espera.
- El profesor tendrá el rol de pastor, pudiendo variar el número de ganado si lo viese necesario, con el fin de que sus alumnos perciban los cambios que éste puede provocar en el ecosistema, además podrá incluir un nuevo rol a uno de sus alumnos. Este nuevo rol será Mastín y su función es proteger al ganado para evitar ataques del lobo, para ello el mastín deberá tocar a la vaca antes de que los lobos lo hagan, si esto ocurre, los lobos deberán alejarse de ella 10 zancadas. El perro no puede ser atacado.
- Cada ronda dura aproximadamente entre 3 y 5 minutos. Al final de cada ronda se cuentan tanto el número de fichas (energía) como el número de individuos presentes en cada población, esto último será necesario para la siguiente actividad, y se anotan.
- El encargado de la sala de espera realiza un gráfico en el que se muestren los datos recogidos. El eje X representara las poblaciones en cada número de rondas y el eje Y la cantidad de energía, por lo que nuestro grafico nos mostrará la cantidad de energía presente en cada población en cada una de las rondas.
- Además se hará una puesta en común de las conclusiones que los alumnos saquen de este ejercicio, observando como fluctúan las poblaciones de las diferentes especies dependiendo de las actividades humanas, o del aumento de una población con respecto a otra.
- Por último, los alumnos deberán realizar un pequeño resumen en el que se recojan todas las conclusiones expuestas en la puesta en común y un pequeño comentario de opinión de la actividad.

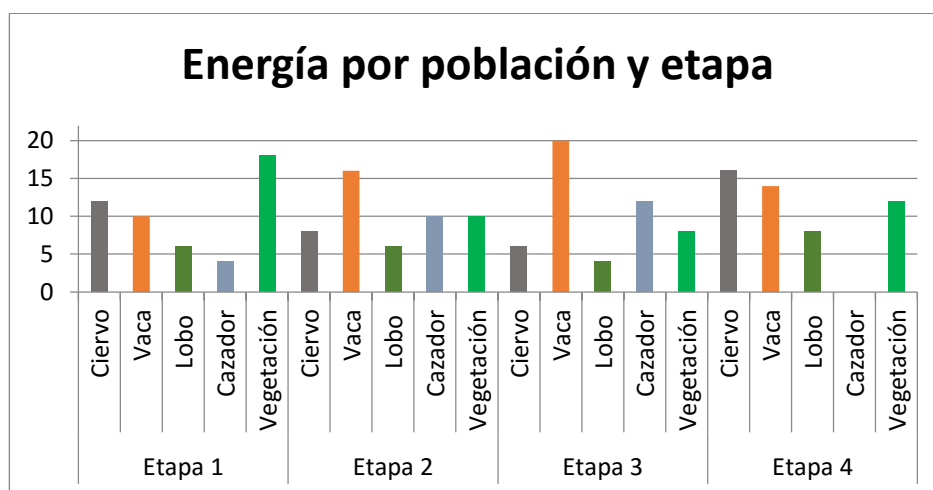


Gráfico tipo 4: En él se puede observar la variación de la energía de una población con respecto a otra en cada una de las etapas.

Reglas de los ciervos

- **Alimentación:** solo puede alimentarse una vez por ronda, cogiendo 2 fichas cada vez.
- **Reproducción:** un ciervo macho puede reproducirse con 2 fichas, mientras que las hembras necesitan 6, ya que la hembra tiene más gasto energético que el macho. Si ambos se encuentran y disponen de las fichas necesarias, deberán ir a la sala de espera y pagar 8 fichas para tener un cervatillo. Éste deberá permanecer al lado de la madre durante el resto de la ronda, al terminar ésta ya será adulto. El ciervo macho podrá tener todos los cervatillos que pueda permitirse por ronda, la hembra solo uno.
- **Depredación:** Un cazador puede matar a un ciervo si le golpea con una pelota de ping-pong, mientras que los lobos deberán tocarle el hombro (todos los lobos a la vez, ya que tienen que permanecer en manada), si el ciervo muere deberá entregar la mitad de la energía recaudada al cazador o a la manada y la otra mitad dejarla en un cubo, ya que ni los lobos ni el cazador aprovechan en 100% de la presa y hay una parte que abonará la vegetación. El alumno con el rol de ciervo muerto deberá ir a la sala de espera a que vuelva a nacer.
- **Enfermedad:** Si un ciervo se alimenta de una planta portadora de enfermedad, el alumno tendrá que desplazarse sobre una sola pierna hasta que sea depredado o hasta que muera por la enfermedad (después de 2 rondas). Al no ser un individuo sano, no podrá reproducirse.

Reglas de las vacas

- **Alimentación:** solo puede alimentarse una vez por ronda, cogiendo 2 fichas cada vez.
- **Reproducción:** no pueden reproducirse ya que todas son hembras.
- **Depredación:** una manada de lobos puede matar a una vaca si todos los miembros de la manada le tocan el hombro. La vaca muerta deberá abonar la mitad de la energía recaudada a la manada y la otra mitad dejarla en un cubo. El alumno deberá esperar en la sala de espera hasta que se le asigne un nuevo rol.
- **Enfermedad:** no afecta a las vacas.

Reglas de los cazadores

- **Caza:** solo pueden cazar a 2 ciervos por ronda y cazador.

* Si todos los cazadores se disponen en fila india, agarrándose con las manos a los hombros del de delante, y el cazador que se coloca primero dispara a la manada de lobos dándole a uno de ellos, la manada se rompe. Mueren todos los lobos de la manada menos 2, que quedarán como lobos solitarios. La mitad de las fichas que ha recopilado la manada se entregaran al grupo de cazadores, que deberán repartírselas, la otra mitad de las fichas deberán meterlas en los cubos, los lobos solitarios se quedarán con dos fichas cada uno, siempre y cuando la manada tuviera suficientes fichas. Éstos solo podrán alimentarse de vacas hasta que puedan volver a unirse como manada, para ello deberán recaudar 8 fichas cada uno e ir a la sala de espera para reproducirse, cuando estén los 3 lobos ya habrán vuelto a ser una manada.

- **Licencia caducada:** los cazadores entrarán en el juego durante 3 rondas seguidas y la siguiente ronda descansarán dejando todas las fichas en los cubos, después de la ronda de descanso se volverán a incorporar al juego 3 rondas más y así sucesivamente.

Reglas de los lobos

- **Alimentación:** solo pueden cazar 2 vacas o ciervos en una ronda.
- **Reproducción:** una manada de lobos puede reproducirse pagando 8 fichas en la sala de espera, pueden tener tres crías en una ronda. Los lobos solitarios deberán pagar 8 fichas cada uno para tener descendencia y poder formar manada.

Anexo 4: ¡Hagamos Pirámides!

- 1. A partir de los resultados obtenidos en la actividad anterior (Ciervos, vacas, lobos y cazadores). Realizad la pirámide de números, la de energía y la de biomasa para cada una de las etapas en las que se dividía la actividad mencionada.**

Peso medio de cada especie:

- Ciervo: 200kg
- Vaca: 720kg
- Lobo: 47kg

- 2. Realizad un pequeño comentario de cada una de las pirámides, en que indiquéis si ésta se adecua a la de un ecosistema que se encuentra en equilibrio, y explicad por qué.**

3. Contestad a las siguientes preguntas:

- a. ¿En qué etapa se ha producido un cambio más brusco en las poblaciones de éste ecosistema?
- b. ¿Cuál de los tres tipos de pirámides es el que mejor nos muestra estos cambios?
- c. ¿Del 1 al 10, cómo crees que afecta la presencia del hombre en un ecosistema natural? Razonad vuestra respuesta.
- d. ¿Del 1 al 10, cómo crees que afecta la presencia de ganado en un ecosistema natural? Razonad vuestra respuesta.
- e. Una vez analizados los estadísticos, ¿la presencia del lobo en un ecosistema forestal, beneficia o perjudica a éste? Razonad vuestra respuesta.

Anexo 5: Identificación de Huellas

Responde a las siguientes cuestiones:

- a. ¿Qué tipo de estudios, crees que podemos realizar estudiando las huellas y los rastros de animales?
- b. ¿Qué dificultades has encontrado en el uso de claves dicotómicas?
- c. ¿Cómo de importante crees que conocer la distribución de las especies?
¿Por qué?
- d. ¿Cómo de interesante te ha parecido esta práctica? Valórala razonando tu respuesta.

Anexo 6: Identificación de huellas

Una vez acabada la práctica de identificación de huellas, a los alumnos se les entregó una hoja con preguntas para comprobar las ideas que habían obtenido de ésta. Las preguntas eran de respuesta bastante libre y el objetivo de estas preguntas era comprobar si habían conseguido relacionar las ideas dadas durante la presentación de inicio de la práctica con la propia actividad de identificación de las huellas de mamíferos.

1. Alumnos de Primaria 6-11 años (16 alumnos)

Haciendo un análisis general de las respuestas de estos alumnos, se puede observar que las respuestas son mucho más concisas que las de alumnos más mayores y que muchos de los conceptos dados durante la charla no han quedado demasiado claros en muchos de los alumnos.

a. ¿Qué tipo de estudios, crees que podemos realizar estudiando las huellas y rastros de animales?

Número de alumnos que hacían alusión a cada uno de los estudios que se mencionaron durante la charla.

- “la fauna”: 5 (Al comienzo de la charla ninguno de ellos sabía el significado de la palabra fauna, y 5 de ellos la anotaron en este apartado)
- Identificación: 4
- Distribución: 9
- Dieta: 12
 - o Excrementos: 4 alumnos hacían alusión al estudio de la dieta a partir del estudio de los excrementos.
- Tamaño de la población: 6
- Genéticos y taxonómicos: ninguno

b. ¿Qué dificultades has encontrado en el uso de claves dicotómicas?

Muchos de los alumnos coinciden en la respuesta a esta pregunta. Sus respuestas se podrían clasificar de la siguiente manera:

- Uñas: 1 alumna anota que su mayor dificultad era la de distinguir las uñas en las huellas de escayola.

- Huella con 6 dedos: 6 alumnos han indicado que esto fue su mayor dificultad. Una vez terminada la práctica, les enseñe una huella con 6 dedos, con la idea de que intentarán explicarme cómo esto podía suceder. Al cabo de unos pocos minutos una de las alumnas dio en el clavo, en verdad no se trataba de una huella sino de dos superpuestas.
- Pezuñas: 1 alumno indica que ha tenido más dificultades con la identificación de las huellas de tipo pezuña, que con las de tipo dedos.
- Respuestas difusas: 4 de los alumnos dieron a esta pregunta una respuesta difusa o bastante general, como por ejemplo:
 - “Algunas”
 - “Pues que no las veíamos bien”
 - “Que si no te fijabas bien, te podías confundir”
- Respuestas incorrectas: 2 de los alumnos responden que su mayor problema han sido las “cacas”.

c. ¿Cómo de importante crees que es conocer la distribución de las especies? ¿Por qué?

Como respuesta a esta pregunta, todos los alumnos están de acuerdo en que es muy importante conocer su distribución, en lo que no se ponen muy de acuerdo es en el porqué.

- 4 alumnos dicen que es importante para saber dónde están (respuesta de poco valor, ya que responden con lo que se les pregunta)
 - 1 alumno además añade que así podremos tener cuidado por alguna zona.
- 6 alumnos hacen alusión al tamaño poblacional.
 - 3 de ellos dicen que para saber si están en peligro de extinción.
- 2 alumnos hablan de la dieta, creen que es importante conocer lo que comen.
- 3 alumnas citan “porque así conocemos la comida que comemos” (respuesta sin valor)

d. ¿Cómo de interesante te ha parecido esta práctica?

Todos los alumnos han considerado muy interesante la práctica, además algunos añaden:

- “que les gustan mucho los animales”
- “que han aprendido mucho sobre animales”
- “que han aprendido cosas nuevas”
- “que han descubierto animales nuevos”
- “así puedo saber los animales que hay en mi pueblo” (Esta respuesta se debe a que previamente les había dicho que todas las huellas fueron recogidas en los alrededores de nuestro pueblo).

2. Alumnos de 1º de ESO, IES Julio Caro Baroja (6 alumnos)

Por lo general se puede observar que estos alumnos realizan respuestas más largas que los anteriores, aunque se puede seguir observando errores de aprendizaje, ya que sigue habiendo confusión entre conceptos.

a. ¿Qué tipo de estudios, crees que podemos realizar estudiando las huellas y rastros de animales?

- Hábitat y distribución: todos los alumnos mencionan este tipo de estudios.
- Taxonomía: 1 alumno menciona estudios de este tipo.
- Identificación: 1 alumno.
- Relación con el ser humano: 2 alumnas.
- Dieta: 1 alumna.
- Tamaño de la población: 0
- Genéticos: 0

b. ¿Qué dificultades has encontrado en el uso de claves dicotómicas?

- Huella 6 dedos: 1
- Ninguna dificultad: 1
- Respuestas difusas: 4 alumnos
 - “algunas se parecían mucho”
 - “en algunas había que esforzarse”

c. ¿Cómo de importante crees que es conocer la distribución de las especies? ¿Por qué?

- 2 los alumnos hacen alusión a que la importancia de conocer su distribución es identificar la especie (la respuesta carece de sentido).
- 2 alumnos afirman que es importante para conocer la especie y evitar su extinción.
- 1 alumno dice que es importante para no llevarte una sorpresa si te encuentras un oso, ya que de antemano sabes que era una zona con osos. Obviando la respuesta, se podría pensar que el alumno, en grandes rasgos, se refiere a la distribución.

d. ¿Cómo de interesante te ha parecido esta práctica?

Todos los alumnos han calificado la práctica como muy interesante y además algunos añaden:

- “hemos conocido especies nuevas”
- “voy a ir al campo a buscar huellas”
- “he aprendido a identificar huellas de animales”

3. Alumnos de 1º de Bachillerato, IES Julio Caro Baroja (4 alumnos)

En este último grupo de alumnos se puede observar que tanto la calidad como la cantidad de palabras usadas en cada respuesta mejoran considerablemente. Las respuestas están bastante más ordenadas y son más completas. Personalmente creo que esto se debe principalmente a la edad del alumnado, ya que estos alumnos de 17 años han adquirido más capacidades de expresión escrita que las que podrían tener el resto de alumnos, aunque por otro lado también podría deberse a que es un tema que pueden conocer mejor que el resto, ya que hay conceptos científicos que han visto durante 4º de ESO, por lo que pueden sentirse más cómodos a la hora de hablar de ellos.

a. ¿Qué tipo de estudios, crees que podemos realizar estudiando las huellas y rastros de animales?

- Hábitat y distribución: 4
- Características (peso, forma de caminar...): 3, son los únicos alumnos de todos los grupos que hacen alusión a estas características.
- Relaciones interespecíficas: 1

- Tamaño poblacional: 2
- Dieta: 2
- Estado de salud: 1
- Identificación: 0, el que ningún alumno haya citado este tipo de estudio podría dar a pensar que se debe a que han intentado buscar estudios más complejos y han obviado el más lógico.
- Genéticos y taxonómicos: 0, que ningún alumno haya citado este tipo de estudios me resulta impactante, ya que estos alumnos sí que lo habían estudiado en cursos anteriores, por lo que profundicé más en estos temas que con los otros grupos, durante la charla.

b. ¿Qué dificultades has encontrado en el uso de claves dicotómicas?

- Todos los alumnos ven dificultades en la distinción de unas huellas con otras, pero no especifican cuales son.
- 1 alumno indica que las medidas de las huellas no son tan exactas como las de la clave dicotómica.

c. ¿Cómo de importante crees que es conocer la distribución de las especies? ¿Por qué?

Todos los alumnos señalan que es muy importante.

- Tamaño poblacional: 3
- Modo de vida: 1
- Relación con el hombre: 1
- Dieta: 1
- Comportamiento: 1
- Importancia para el Medio-Ambiente: 1
- Conocer si está en el ecosistema adecuado: 1 (Carece de sentido)

d. ¿Cómo de interesante te ha parecido esta práctica?

A todos los alumnos les ha parecido esta práctica muy interesante, y añaden:

- “nunca había intentado descubrir a que animal pertenecían las huellas que había visto”

- “aunque me parece un poco difícil identificar las huellas, se pueden conocer las similitudes y diferencias entre ellas”
- “no conocía estos métodos de estudio”
- “me parece una parte de la ciencia divertida”

4. Análisis de las respuestas

Para poder realizar un mejor análisis de las respuestas de los alumnos de los diferentes cursos se han realizado unos gráficos, los cuales muestran de una forma más clara, las coincidencias y discrepancias de las respuestas de los 3 grupos de alumnos entre sí. Como el número de alumnos por grupo era diferente, los gráficos se han realizado con porcentajes, aun así hay que tener en cuenta que el tamaño de la muestra en dos de los tres grupos era demasiado pequeño, siendo éstos de 4 y 6 alumnos, por lo que estos resultados pueden que no se acerquen demasiado a la realidad.

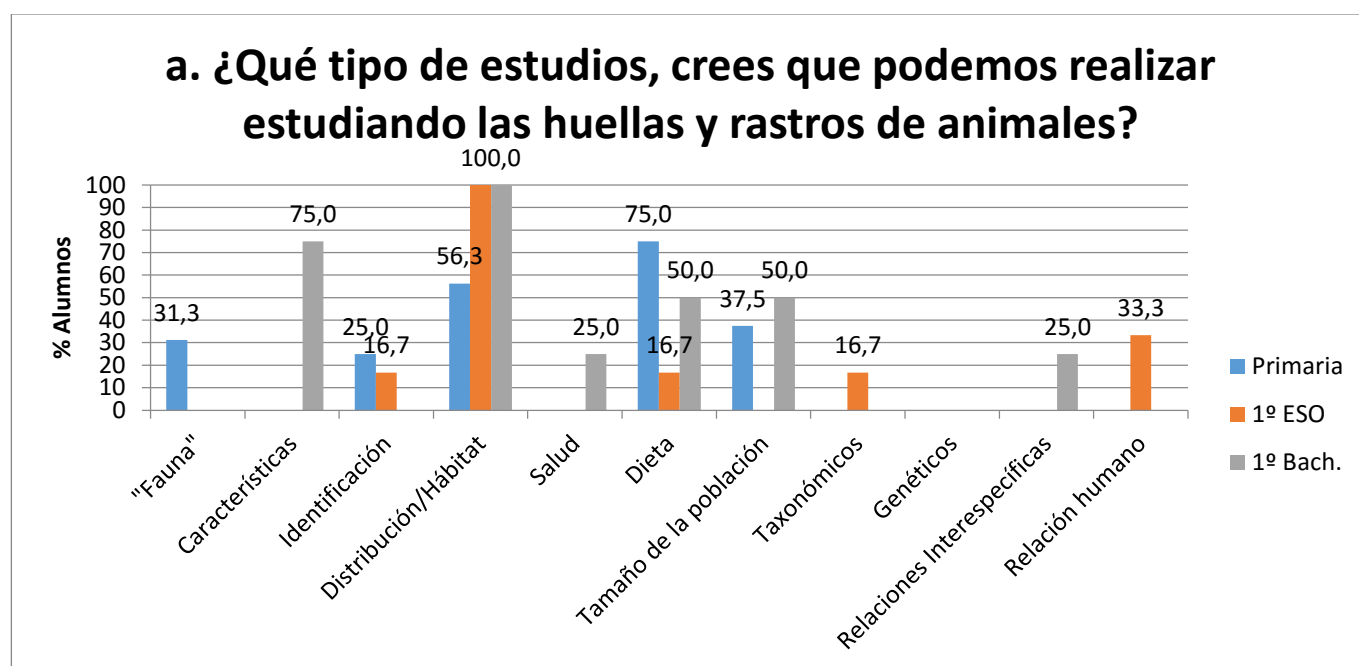


Gráfico 5: Respuestas de los alumnos de los diferentes cursos a la pregunta escrita en el título.

Lo primero que podemos observar en el gráfico de la primera pregunta es que, la respuesta en la que más alumnos coinciden es la de “distribución/hábitat”, y ésta junto con la de “dieta” son las dos únicas respuestas que se han dado en los tres grupos de alumnos.

Por otro lado, cabe destacar que la respuesta “identificación”, la cual era la más lógica y el objetivo de la práctica, no haya sido dada por ningún alumno de 1º Bachillerato, que como he explicado anteriormente ha podido deberse al intento de buscar respuestas más

complejas y olvidarse de la más obvia. Otra respuesta también a resaltar es la de “tamaño de la población”, la cual ha sido obviada por todos los alumnos de 1º de ESO, aunque 2 de los 4 alumnos que conforman este grupo hacen alusión a este concepto en la pregunta C: ¿Cómo de importante crees que conocer la distribución de las especies?, por lo que se puede considerar que, aunque no lo hayan mostrado en esta pregunta, sí que tienen presente este tipo de estudio de fauna.

Por otro lado, destacar que ningún alumno ha mencionado los estudios genéticos, habiendo sido éstos explicados en la charla. También es verdad que la genética es un tema nuevo para los alumnos de Primaria y 1º de ESO, lo cual puede servir como explicación para ambos grupos, pero no lo es para los alumnos de 1º de Bachillerato, ya que ésta es estudiada en 4º de ESO.

Para finalizar el análisis de esta pregunta, se puede concluir que todos los grupos de alumnos, teniendo en cuenta su número, han dado una buena variedad de respuestas a esta pregunta, por lo que se puede afirmar que por lo general han estado atentos a las explicaciones recibidas y que este Proyecto de Investigación ha sido de gran interés por parte del alumnado.

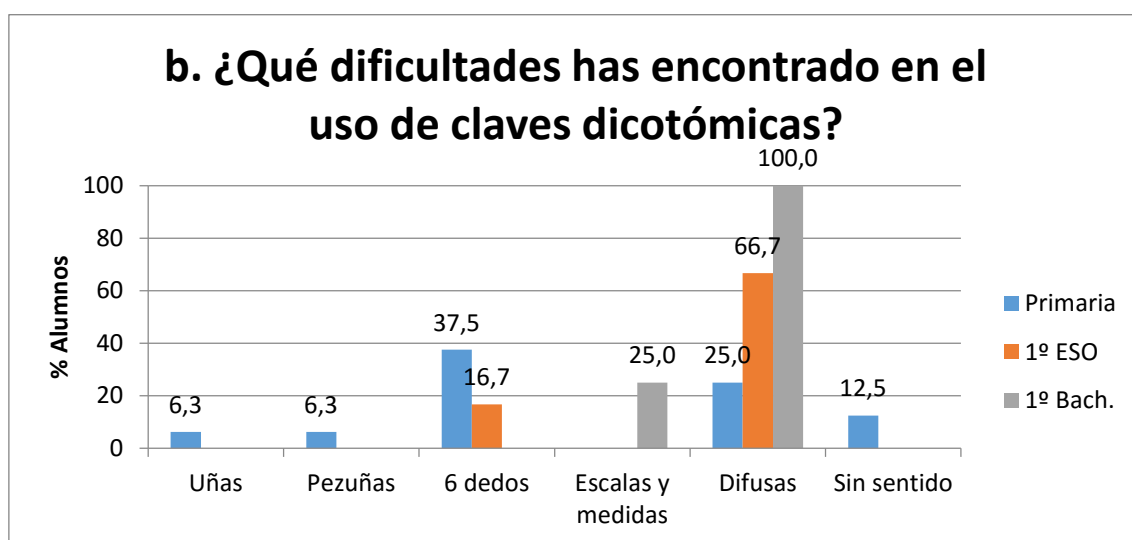


Gráfico 6: Respuestas de los alumnos de los diferentes cursos a la pregunta escrita en el título.

En este gráfico podemos observar que son los alumnos de Primaria los que más cantidad de dificultades diferentes han encontrado en el uso de claves dicotómicas. Como se puede observar, las respuestas más comunes han sido todas englobas en “difusas”, estas respuestas eran muy generales y no se podían clasificar por su contenido. Lo que llama la atención es que el número de alumnos con respuestas difusas

aumente con respecto al curso académico, lo cual debería ser al contrario. Debido a esto puedo pensar que ese día los alumnos no quisieron esforzarse demasiado en esa pregunta.

Obviando las respuestas difusas, la más común fue “6 dedos”, haciendo referencia a la huella que tenía seis dedos, por ser en verdad una superposición de dos huellas. En verdad, esta huella no llegaron a identificarla, por lo que no usaron con ella la clave dicotómica, pero me alegro de que fuera una de las respuestas a esta pregunta, porque con ella descubrieron que no todas las huellas eran tan perfectas y fácilmente identificables como el resto, sino que cuando se hacen estudios en el campo, no todo es tan fácil.

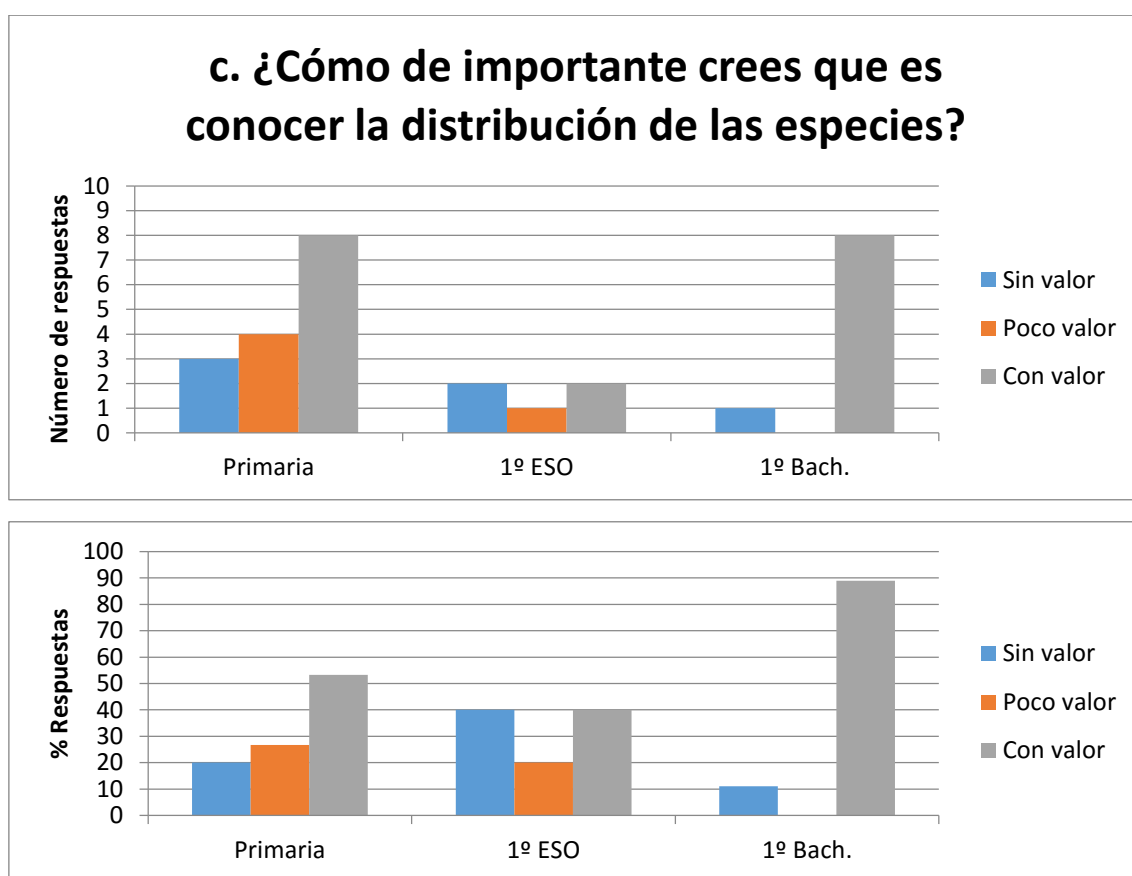


Gráfico 7: Respuestas de los alumnos de los diferentes cursos a la pregunta escrita en el título.

Para la tercera pregunta se realizaron dos gráficos, con el fin de que se refuercen entre sí.

Lo primero de todo es indicar que para realizar el segundo gráfico se tuvieron en cuenta todas las respuestas de cada uno de los alumnos por separado, es por ello que este gráfico representa el % de respuestas y no de alumnos. Las respuestas se clasificaron en

3 grupos: Con valor, con poco valor y sin valor, haciendo referencia al valor científico de las respuestas.

Los alumnos que dieron respuestas con más valor o sentido, fueron los de 1º de Bachillerato, seguidos los alumnos de Primaria, lo cual no hay que tener demasiado en cuenta, ya que había 10 alumnos más, aunque el número de respuestas con valor en alumnos de 1º de ESO, aun así fue únicamente de 2.

Anexo 7: Rúbrica de Evaluación

Evalúa al resto de integrantes de tu grupo de trabajo completando la siguiente rúbrica, para ello guíate de la siguiente tabla.

	(2) Bueno	(1) Regular	(0) Malo
Trabajo	Entregó a tiempo el trabajo asignado, y éste fue correcto.	Entregó el trabajo fuera del tiempo asignado o éste no era del todo correcto.	El trabajo no fue entregado en el tiempo asignado y además éste no era correcto.
Comportamiento	Su actitud fue positiva. Aportó ideas, escuchó al resto de compañeros y ayudó a los que tenían problemas.	Casi siempre su actitud fue positiva. A veces aportaba ideas, escuchaba a sus compañeros y les ayudaba con sus problemas.	Su actitud fue negativa. Su trabajo fue individual, no escuchaba ni aportaba ideas.

Nombre	Trabajo (0/1/2)	Comportamiento (0/1/2)
1.		
2.		
3.		
4.		

Anexo 8: Examen Relaciones Tróficas

Nombre y apellidos..... Fecha: / / .

1. Indica a que nivel trófico pertenece cada una de las siguientes especies.

(1 punto)

- a. Búho Real
 - i. Productor
 - ii. Consumidor Primario
 - iii. Consumidor Secundario/Terciario
 - iv. Descomponedor
- b. Ciervo
 - i. Productor
 - ii. Consumidor Primario
 - iii. Consumidor Secundario/Terciario
 - iv. Descomponedor
- c. Encina
 - i. Productor
 - ii. Consumidor Primario
 - iii. Consumidor Secundario/Terciario
 - iv. Descomponedor
- d. Champiñón
 - i. Productor
 - ii. Consumidor Primario
 - iii. Consumidor Secundario/Terciario
 - iv. Descomponedor
- e. Lobo
 - i. Productor
 - ii. Consumidor Primario
 - iii. Consumidor Secundario/Terciario
 - iv. Descomponedor

2. Indica cuál de las siguientes especies presenta hábitos carroñeros y si éstos son estrictos u oportunistas. (1 punto)

- a. Jabalí
 - i. No es carroñero
 - ii. Carroñero estricto
 - iii. Carroñero oportunista
- b. Zorro
 - i. No es carroñero
 - ii. Carroñero estricto
 - iii. Carroñero oportunista
- c. Alimoche
 - i. No es carroñero
 - ii. Carroñero estricto
 - iii. Carroñero oportunista
- d. Corzo
 - i. No es carroñero
 - ii. Carroñero estricto
 - iii. Carroñero oportunista
- e. Buitre Leonado
 - i. No es carroñero
 - ii. Carroñero estricto
 - iii. Carroñero oportunista
- f. Lobo
 - i. No es carroñero
 - ii. Carroñero estricto
 - iii. Carroñero oportunista
- g. Visón Europeo
 - i. No es carroñero
 - ii. Carroñero estricto
 - iii. Carroñero oportunista

3. Realiza 4 cadenas tróficas de al menos 4 niveles tróficos usando las siguientes especies. (1,5 puntos) (No es necesario que uses todas las especies, además puedes repetirlas)

- a. Margarita
- b. Lobo
- c. Trucha
- d. Oso Pardo
- e. Mosquitos
- f. Sapo partero
- g. Ratón
- h. Culebra de escalera
- i. Ratonero común
- j. Avellano
- k. Jabalí
- l. Buitre Leonado
- m. Champiñón
- n. Conejo

4. Realiza una Red Trófica usando TODAS las especies del ejercicio anterior. (2 puntos)

5. Analiza el gráfico y responde a las siguientes preguntas. (2,5 puntos)

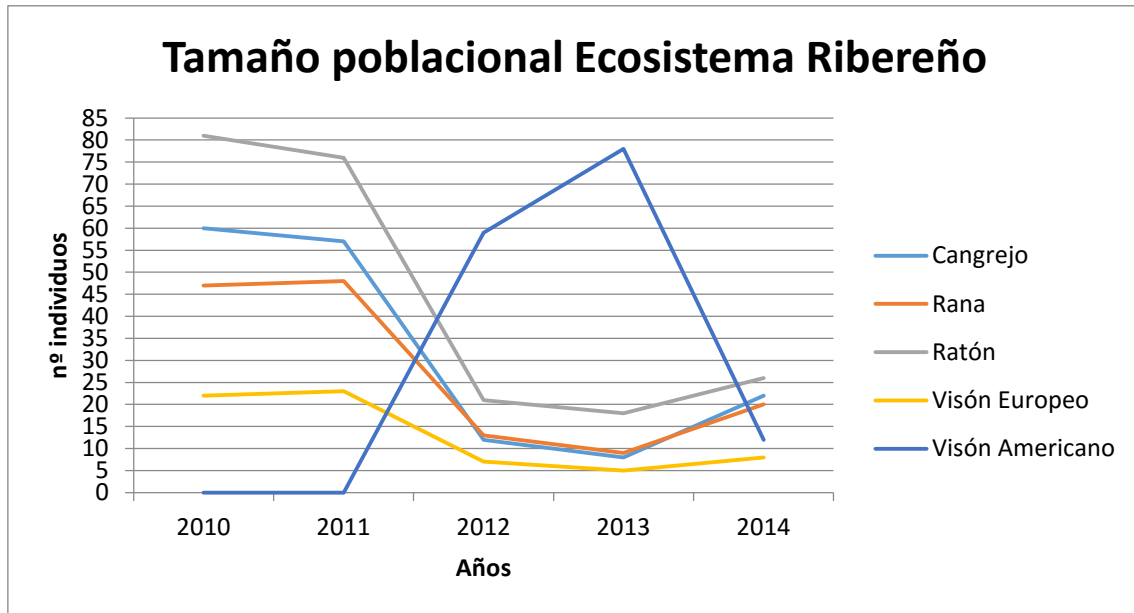


Gráfico 8: Tamaño poblacional especies ecosistema ribereño

- ¿Cómo varía la población de Visón europeo con respecto a Rana, Ratón y Cangrejo?

- ¿Qué ha sucedido en el año 2012 para que estas poblaciones hayan descendido drásticamente?

- ¿Cómo varía la población de Visón Europeo con respecto a la de Visón Americano? ¿A qué crees que puede ser debido?
- En el año 2014, el tamaño poblacional del Visón Americano desciende drásticamente ¿crees que puede ser debido por la propia dinámica de los ecosistemas que esté regulando su población, o por la actuación del hombre?
- ¿Qué ha podido ocurrir en el año 2012, para que apareciera el Visón Americano en este ecosistema, si en el año anterior no estaba presente? Razona tú respuesta.

- En el año 2015 la población de Visón Americano desaparece de nuestro ecosistema, ¿Cómo crees que este suceso puede afectar al resto de las especies? Razona tú respuesta.

6. A partir del gráfico anterior, realiza una Pirámide de Números para los años 2011 y 2013. (2 puntos)